

**ANALISIS SISTEM THERMAL DITINJAU DARI PENGARUH RASIO
UDARA BAHAN BAKAR SOLAR TERHADAP PRODUKSI *SATURATED*
STEAM PADA CROSS SECTION WATER TUBE BOILER**



**Diusulkan sebagai salah satu syarat
Menyelesaikan Pendidikan Sarjana Terapan (DIV)
Pada Jurusan Teknik Kimia Program Studi Teknik Energi**

OLEH :

**ZENIA ZAL PUTRI
NIM 061640411941**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2020**

LEMBAR PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR

**ANALISIS SISTEM THERMAL DITINJAU DARI PENGARUH RASIO
UDARA BAHAN BAKAR SOLAR TERHADAP PRODUKSI *SATURATED*
STEAM PADA CROSS SECTION WATER TUBE BOILER**

**OLEH
ZENIA ZAL PUTRI
061640411941**

Palembang, Januari 2020

**Menyetujui,
Pembimbing I,**

Pembimbing II,

**Ir. Fatria, M.T.
NIDN. 0021026606**

**Ir. K.A Ridwan, M.T.
NIDN. 0025026002**

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia**

**Ir. Jaksen M. Amin, M.Si.
NIP. 196209041990031002**

Ir. Sahrul Effendy A, M.T.
NIP. 196312231996011001

KATA PENGANTAR

Segala Puji syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunianya-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Akhir yang berjudul “ **Analisis Sistem Thermal Ditinjau Dari Pengaruh Rasio Udara Bahan Bakar Solar Terhadap Produksi *Saturated Steam* Pada Cross Section Water Tube Boiler**”. Tak lupa pula, Sholawat serta salam selalu tercurahkan kepada junjungan Nabi Muhammad SAW yang telah menjadi suri tauladan yang baik sepanjang zaman.

Laporan akhir ini merupakan hasil dari pengamatan dan data-data penelitian yang telah dilakukan. Tujuan penulisan Laporan Akhir ini merupakan salah satu syarat kelulusan pendidikan Diploma IV Program Studi Teknik Energi Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.

Penulis dan penyusunan laporan akhir ini tidak terlepas dari bantuan, dorongan, semangat, bimbingan, dan do'a dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Dr. Ing.Ahmad Taqwa.,M.T selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Carlos R.S., S.T., M.T. selaku Pembantu Direktur 1 Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Ir. Jaksen, M.Si selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Ahmad Zikri, S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Ir. Sahrul Effendy, M.T., selaku Ketua Program Studi Jurusan Teknik Kimia Program Studi Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya.
6. Ir. Fatria, M.T. Dosen Pembimbing 1 Laporan Tugas Akhir Jurusan Teknik Kimia Program Studi Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya.
7. Ir. K.A. Ridwan, M.T. Dosen Pembimbing 2 Laporan Tugas Akhir Jurusan Teknik Kimia Program Studi Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya.
8. Tahdid, S.T., M.T., selaku Dosen yang senantiasa Membimbing dan Memberi Motivasi Selama Proses Tugas Akhir.

9. Dr. Ir. Aida Syarif, M.T Pembimbing Akademik Jurusan Teknik Kimia Program Studi Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya.
10. Segenap Bapak/Ibu Dosen Jurusan Teknik Kimia dan Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya.
11. Kedua Orang tua dan keluarga yang telah memberikan dukungan, semangat, dan doa.
12. Rekan-rekan mahasiswa Jurusan Teknik Kimia Prodi Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya Angkatan Tahun 2016.
13. Teman seperjuangan Tugas Akhir Jurusan Teknik Kimia Prodi Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya Angkatan Tahun 2016
14. Sahabat yang telah menyemangati dalam proses pembuatan Laporan Tugas Akhir Fadia Dwi Ananda, Dian Rahmawan, Nurya Ulfa Sari, Sintiya Nur Aliza, Dina Nurul Fadilah, Kurnia Julianti, dan Panca Miranda Handini.
15. Rekan-rekan Seperjuangan di kelas 8 EGD angkatan 2016.
16. Dan semua pihak yang telah membantu selama melaksanakan Laporan Tugas Akhir yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis terbuka terhadap saran, kritik, serta masukan untuk perbaikan laporan ini. Akhir kata, penulis berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Palembang, Agustus 2020

Penulis

ABSTRACT

THERMAL SYSTEM ANALYSIS ASSESSED FROM THE EFFECT OF SOLAR FUEL AIR RATIO ON SATURATED STEAM PRODUCTION IN CROSS SECTION WATER TUBE BOILER

Zenia Zal Putri, 2020, 65 Pages, 12 Tabel, 14 Pictures, 23 Attachment

The boiler function as an energy conversion plane that converts chemical energy (potential) from fuel into heat energy. The boiler used often has problems that cause less than optimal steam results. The problem that occurs is usually the ratio of air to fuel which causes the combustion results to be not optimal and has an impact on the resulting steam to be not optimal. In addition, the improper arrangement of the tubes in the boiler will also reduce heat transfer to the boiler. Therefore, this research will focus on determining the most appropriate ratio of air to diesel fuel in order to obtain maximum combustion results. The tube will also be installed vertically with a slope of 65° with the aim of increasing heat transfer to the boiler and accelerating the evaporation of water molecules which are expected to produce more optimal steam. The parameters observed are temperature, pressure, air flow rate, and processing time, the aim is to determine the effect air in diesel fuel against the production rate of saturated steam at a steady state process. From this study obtained an efficiency value of 69.74% with heat loss of convection 1540,993 Btu/hr at the 4th ratio, namely 137.66 with 18% excess air, 5 bar pressure 151 °C Temperature.

Keywords : Boiler, Steam, Solar fuel, Temperature, Pressure, Air flow rate, time.

ABSTRAK

ANALISIS SISTEM THERMAL DITINJAU DARI PENGARUH RASIO UDARA BAHAN BAKAR SOLAR TERHADAP PRODUKSI *SATURATED STEAM* PADA CROSS SECTION WATER TUBE BOILER

Zenia Zal Putri, 2020, 65 Halaman, 12 Tabel, 14 Gambar, 23 Lampiran

Boiler berfungsi sebagai pesawat konversi energi yang mengkonversikan energi kimia (potensial) dari bahan bakar menjadi energi panas. Boiler yang digunakan seringkali terdapat masalah yang menyebabkan hasil steam yang kurang optimal. Kendala yang terjadi biasanya terdapat pada rasio udara dengan bahan bakar yang menyebabkan hasil pembakaran yang tidak maksimal dan berdampak pada steam yang dihasilkan menjadi tidak optimal. Selain itu, Susunan tube pada boiler yang tidak tepat juga akan mengurangi perpindahan panas ke boiler. Oleh karena itu, pada penelitian kali ini akan difokuskan untuk menentukan rasio udara dengan bahan bakar solar yang paling tepat sehingga didapatkan hasil pembakaran yang maksimal. Tube juga akan dipasang secara vertikal dengan kemiringan 65° dengan tujuan meningkatkan perpindahan panas ke boiler serta mempercepat penguapan molekul air yang diharapkan mampu menghasilkan steam yang lebih optimal. Parameter yang diamati berupa temperature, tekanan, laju alir udara, dan waktu proses, tujuannya untuk mengetahui pengaruh udara pada bahan bakar solar terhadap laju produksi *satureated steam* pada steady state process. Dari penelitian ini didapat nilai efisiensi 69.74% dengan *heat loss* konveksi 1540,993 Btu/hr pada rasio ke-4 yaitu 137,66 dengan udara excess 18 %, tekanan 5 Bar, temperatur 151°C .

Kata Kunci : Boiler, Steam, Bahan bakar solar, Temperature, Tekanan, Laju alir udara, waktu.

MOTTO

“Barang siapa bersungguh-sungguh, sesungguhnya kesungguhannya itu adalah untuk dirinya sendiri.”

(Q.S.Al-Ankabut [29] : 6)

“Hidup itu seperti air sungai saja, dia mengalir dari hulu ke hilir, ritme berjalannya tidak selalu sama, terkadang tenang dan lalu riak

Hambatannya ya bentuk lembah, lereng dan kelokan sungai. Itu diibaratkan nikmat dan masalah-masalah kehidupan justru itu yang membuat air sampai ke tujuannya

Jalani saja, kelak kita tau kemana kita kan bermuara.”

(Dwi Handayani Syah Putri)

“Surat ini, Untuk kamu. Kamu yang berjuang mati-matian beberapa bulan ini. Kamu yang merasa tidak dianggap. Kamu yang banyak masalah. Kamu yang merasa tidak tahu sampai kapan harus bertahan. Kamu yang selalu menyalahkan dirimu sendiri saat semuanya salah. Iya kamu.

Kamu hebat. Kamu kuat. Kamu punya banyak potensi yang bisa dikerjakan. Kamu membuat dunia ini sedikit lebih berwarna. Kamu masih punya waktu. Hal-hal baik untukmu sedangkan berjalan kearahmu, Please hang in there, sebentar lagi kok. You can do it, always.”

(Dwi Handayani Syah Putri)

PERSEMBAHAN

Kupersembahkan Laporan Akhir ini Untuk :

Laporan Tugas Akhir ini ku persembahkan untuk ayah dan ibu ku tercinta, Ayah sosok laki yang tanggh, kuat dan pelindung kami. Ayah kita sering bertengkar karna kita sama-sama keras kepala tapi harus ayah tau bahwa aku mencintaimu. Kamu cinta pertama ku dan kamu pahlawan ku. Ibu enggaku wanita yang sangat tangguh dan lembut, semua tentangmu selalu kukagumi, cintamu untuk ku dan keluarga kita tak ada habisnya.

Untuk adik ku hampir 17 tahun kita bersahabat tetap jadi sahabat terbaikkku, yang selalu menjadi kotak sampah ceritaku dan saran-saran untuk kita semua.

Untuk kamu selalu ada setelah keluarga ku, terimakasih walaupun kita tidak sedarah tapi kamu lebih dari sekedari teman tapi tidak bisa dikatakan juga seperti ayah ku walaupun sosok mu ada dikala ayah ku tidak bisa hadir.

DAFTAR ISI

| | |
|--|------------|
| HALAMAN PENGESAHAN | i |
| KATA PENGANTAR | ii |
| DAFTAR ISI | iii |
| DAFTAR GAMBAR | v |
| DAFTAR TABEL | vi |
| DAFTAR LAMPIRAN | vii |
| | |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Tujuan Penelitian | 3 |
| 1.3 Manfaat Penelitian | 4 |
| 1.4 Rumusan Masalah | 4 |
| | |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 5 |
| 2.1 Pengertian Boiler | 5 |
| 2.2 Komponen – komponen Boiler | 6 |
| 2.3 Jenis – jenis Boiler | 7 |
| 2.3.1 Boiler Pipa Api (Fire Tube Boiler)..... | 7 |
| 2.3.2 Boiler Pipa Air (water tube boiler)..... | 8 |
| 2.3.3 Packaged Boiler..... | 9 |
| 2.3.4 Fluidized Bed Combustion..... | 10 |
| 2.3.5 Stoker Fired Boiler | 12 |
| 2.3.6 Stokers Spreader..... | 12 |
| 2.3.7 Waste Heat Boiler..... | 12 |
| 2.3.8 Thermic Fluid Heater..... | 13 |
| 2.4 Sistem Boiler | 14 |
| 2.5 Prinsip Kerja Boiler | 15 |
| 2.6 Steam | 16 |
| 2.7 Dasar Termodinamika | 17 |
| 2.8 Proses Pembakaran | 20 |
| 2.9 Bahan Bakar | 21 |
| | |
| BAB III METODELOGI PENELITIAN | 23 |
| 3.1 Pendekatan Desain Fungsional | 23 |
| 3.2 Pendekatan Desain Struktural | 26 |
| 3.3 Pertimbangan Percobaan | 27 |
| 3.3.1 Waktu dan Tempat | 27 |
| 3.3.2 Bahan dan Alat | 27 |
| 3.3.3 Perlakuan dan Analisis Statistik Sederhana | 29 |
| 3.4 Pengamatan | 30 |

| | | |
|---------------|----------------------------------|-----------|
| 3.5 | Prosedur Percobaan | 30 |
| BAB IV | HASIL DAN PEMBAHASAN..... | 35 |
| 4.1 | Hasil..... | 35 |
| 4.2 | Pembahasan..... | 37 |
| BAB V | KESIMPULAN..... | 42 |
| | DAFTAR PUSTAKA..... | 43 |
| | LAMPIRAN | 44 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| 2.1 Fire Tube Boiler | 8 |
| 2.2 Water Tube Boiler | 9 |
| 2.3 Oil Fired Packaged Boiler | 10 |
| 2.4 Fluidized Bed Boiler | 11 |
| 2.5 Spreader Stoker Boiler | 12 |
| 2.6 A Simple Schematic of Waste Heat | 13 |
| 2.7 A Typical Configuration of Thermic Fluid Heater | 14 |
| 3.1 Desain Cross Section Water Tube Boiler | 27 |
| 4.1 Hubungan Rasio Udara/BB Solar Terhadap Temperature Flame (°C)..... | 37 |
| 4.2 Hubungan Rasio Udara/BB Solar Terhadap Temperatur Saturated Steam (°C) | |
| 38 | |
| 4.3 Hubungan Rasio Udara/BB Solar Terhadap Enthalpy Saturated Steam (°C) | |
| 39 | |
| 4.4 Effisiensi Thermal (%) | 40 |
| 4.5 Heat Loss Konveksi (Btu/hr) | 41 |
| LII.1Blok Diagram Cross Section Water Tube Boiler | 44 |
| LIV. Keseluruhan Cross Section Water Tube Boiler | 68 |
| LII.1Proses Pengambilan dan Pencatatan Data Hasil Penelitian | 69 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| 2.1 Data Komposisi Bahan Bakar Solar | 22 |
| 3.1 Material dan Bahan Konstruksi <i>Cross Secction Water Tube Boiler</i> | 28 |
| 3.2 Matrik Pengamatan Proses <i>Cross Secction Water Tube Boiler</i> | 30 |
| 4.1 Rasio Udara Bahan Bakar | 35 |
| 4.2 Data komposisi bahan bakar solar | 35 |
| 4.3 Pengaruh Rasio Udara/BB Terhadap Produksi Saturated Steam..... | 36 |
| 4.4 Hubungan Rasio Udara/BB Terhadap Effisiensi dan Haet Loss | 36 |
| LI.1 Pengaruh Rasio Udara/BB Terhadap Produksi Saturated Steam | 43 |
| LII.1 Data Komposisi Bahan Bakar Solar | 45 |
| L.II.2 Rasio Udara/Bb | 53 |
| LII.3 Variabel A,B, dan C komponen- komponen udara suplai | 54 |
| LII.4 Hubungan Rasio Udara/BB Terhadap Effisiensi dan Haet Loss | 61 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|--------------------|----|
| LAMPIRAN I | 43 |
| LAMPIRAN II | 44 |
| LAMPIRAN III | 61 |
| LAMPIRAN IV | 66 |
| LAMPIRAN V | 70 |